

(11)特許出願公開番号

特開2000-172843

(P2000-172843A)

(43)公開日 平成12年6月23日(2000.6.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマコート・(参考)

G O 6 T 7/00

G O 6 F 15/62

405A 2G051

G O I N 21/88

G O I N 21/88

J 4M106

H O 1 L 21/66

H O 1 L 21/66

J 5 B 0 5 7

G O I N 21/88

645A

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平10-341810

(22) 出願日 平成10年12月 1 日(1998.12.1)

(71)出願人 000151494

株式会社東京精密

東京都三鷹市下連雀9丁目7番1号

(72) 発明者 竹内 直哉

東京都三鷹市下連雀九丁目7番1号 株式  
会社東京精密内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

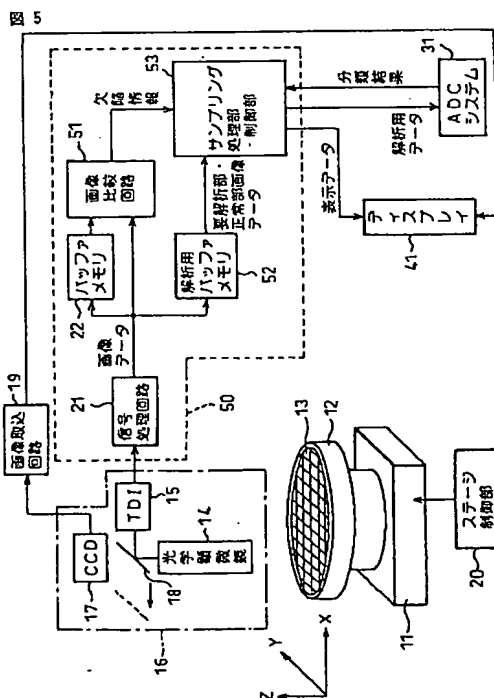
[最終頁に続く](#)

(54)【発明の名称】 外観検査装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 外観検査全体の処理時間を短縮して検査の生産性を向上させると共に短時間の間にも十分な欠陥解析が行える外観検査装置及び方法の実現。

【解決手段】 画像取得手段16と、画像データを比較して欠陥検出を行い欠陥情報を生成する欠陥情報生成手段50と、欠陥部の画像データから欠陥を自動的に分類する自動欠陥分類手段31とを備える外観検査装置であって、欠陥情報生成手段50は、画像データを一時的に記憶する比較用バッファメモリ22と、2つのダイの画像データを比較して欠陥を検出する画像比較手段51と、画像データを一時的に記憶する解析用バッファメモリ52と、欠陥情報に基づいて要解析部を選択して必要な画像データを自動欠陥分類手段に転送するサンプリング処理・制御手段53とを備え、サンプリング処理・制御手段53は欠陥情報が生成されると直ちに要解析欠陥の選択と転送を行い、欠陥検出と分類処理の一部が並行して行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数のダイが形成された半導体ウェハを走査して各ダイの画像データを順次取得するための画像取得手段と、取得した前記画像データを他のダイの対応する部分の画像データと比較して欠陥検出を行い、順次欠陥情報を生成する欠陥情報生成手段と、検出された欠陥の少なくとも一部について画像データから欠陥の種類を自動的に分類する自動欠陥分類手段とを備える外観検査装置であって、  
前記欠陥情報生成手段は、  
前記画像データを一時的に記憶する比較用バッファメモリと、  
前記画像データと前記比較用バッファメモリに記憶された画像データの対応部分とを比較して欠陥を検出する画像比較手段と、  
前記画像データを一時的に記憶する解析用バッファメモリと、  
順次生成される前記欠陥情報に基づいて前記自動欠陥分類手段での自動分類処理を行う要解析部を選択し、該要解析部の解析に必要な画像データを前記自動欠陥分類手段に転送するサンプリング処理・制御手段とを備え、  
前記サンプリング処理・制御手段は、前記欠陥情報が生成されると直ちに要解析欠陥の選択と画像データの転送を行い、  
前記自動欠陥分類手段は、転送された前記画像データに対して順次分類処理を行い、  
前記欠陥情報生成手段での前記欠陥検出と前記自動欠陥分類手段での前記分類処理の一部が並行して行われることを特徴とする外観検査装置。

【請求項2】 請求項1に記載の外観検査装置であって、  
前記解析用バッファメモリでは、前記画像データの転送が終了した後に、順次新しい画像データが記憶される外観検査装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の外観検査装置であって、  
前記画像比較手段は、前記欠陥情報として、欠陥部の位置、欠陥部の大きさに関する情報、欠陥部のグレイレベル、および比較部分のグレイレベルの差を出力する外観検査装置。

【請求項4】 請求項1から3のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、  
前記サンプリング処理・制御手段は、前記要解析部の付近の画像領域の画像データと、隣接する正常ダイの対応部分の画像データを転送する外観検査装置。

【請求項5】 請求項4に記載の外観検査装置であって、  
前記サンプリング処理・制御手段は、前記要解析部の大きさに応じて転送する画像データの前記画像領域の大きさを変化させる外観検査装置。

【請求項6】 請求項1から5のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、

前記画像比較手段は、近接する他のダイの画像データとの比較を2回行い、2回の比較結果が共に異なる時に欠陥と判定するダブルディテクションによる欠陥検出を行う外観検査装置。

【請求項7】 請求項1から6のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、

前記解析用バッファメモリは、列内のダイの個数が最大である列を1回走査した時の画像データを記憶できる容量を有する外観検査装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、

前記解析用バッファメモリの少なくとも一部から読み出した画像データは、前記画像比較手段に供給可能である外観検査装置。

【請求項9】 請求項1から7のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、前記解析用バッファメモリから読み出した画像データは前記画像比較手段に供給可能であり、前記比較用バッファメモリとして前記解析用バッファメモリが使用される外観検査装置。

【請求項10】 請求項1から9のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、

前記解析用バッファメモリは、それぞれが1個のダイを1回走査した時の画像データを記憶できる複数のバンクを有し、各バンクは並行して書込み及び読み出しが可能である外観検査装置。

【請求項11】 請求項1から10のいずれか1項に記載の外観検査装置であって、

前記画像取得手段は、光学式顕微鏡とTDIセンサとを備える外観検査装置。

【請求項12】 複数のダイが形成された半導体ウェハを走査して各ダイの画像データを順次取得するための画像取得ステップと、取得した前記画像データを他のダイの対応する部分と比較して欠陥検出を行い、順次欠陥情報を生成する欠陥情報生成ステップと、検出された欠陥の少なくとも一部の欠陥部の画像データから欠陥の種類を自動的に分類する自動欠陥分類ステップとを備える外観検査方法であって、

前記欠陥情報生成ステップは、  
取得された前記画像データを比較用画像データとして一時的に記憶する比較用データ記憶ステップと、  
前記画像データと前記比較用画像データの対応部分とを比較して欠陥を検出する画像比較ステップと、  
取得された前記画像データを解析用画像データとして一時的に記憶する解析用データ記憶ステップと、  
順次生成される前記欠陥情報に基づいて前記自動欠陥分類ステップでの自動分類処理を行う要解析部を選択し、該要解析部の解析に必要な画像データを自動欠陥分類メモリに転送するサンプリング処理・制御ステップとを備

え、  
前記サンプリング処理・制御ステップでは、前記欠陥情報が生成されると直ちに要解析部の選択と画像データの転送を行い、  
前記自動欠陥分類ステップでは、転送された前記画像データに対して順次分類処理を行い、  
前記欠陥情報生成ステップでの前記欠陥検出と前記自動欠陥分類ステップでの前記分類処理の一部が並行して行われることを特徴とする外観検査方法。

【請求項13】 請求項12に記載の外観検査方法であって、  
前記解析用データ記憶ステップで使用されるでは、前記画像データの転送が終了した後に、順次新しい画像データが記憶される外観検査方法。

【請求項14】 請求項12又は13に記載の外観検査方法であって、  
前記画像比較ステップは、前記欠陥情報として、欠陥部の位置、欠陥部の大きさに関する情報、欠陥部のグレイレベル、および比較部分のグレイレベルの差を出力する外観検査方法。

【請求項15】 請求項12から14のいずれか1項に記載の外観検査方法であって、  
前記サンプリング処理・制御ステップでは、前記要解析部の付近の画像領域の画像データと、隣接する正常ダイの対応部分の画像データを転送する外観検査方法。

【請求項16】 請求項15に記載の外観検査方法であって、  
前記サンプリング処理・制御ステップは、前記要解析部の大きさに応じて転送する画像データの前記画像領域の大きさを変化させる外観検査方法。

【請求項17】 請求項12から16のいずれか1項に記載の外観検査方法であって、  
前記画像比較ステップは、近接する他のダイの画像データとの比較を2回行い、2回の比較結果が共に異なる時に欠陥と判定するダブルディテクションによる欠陥検出を行う外観検査方法。

【請求項18】 請求項12から17のいずれか1項に記載の外観検査方法であって、  
前記解析用バッファメモリは、列内のダイの個数が最大である列を1回走査した時の画像データを記憶できる容量を有する外観検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体ウェハの外観検査装置及び方法に関し、特に、半導体ウェハの外観検査を全体として高速に行う技術に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般的に、半導体ウェハの製造プロセスには300～500近い工程がある。そのそれぞれの工程に欠陥が存在すると、各工程の欠陥が累積するので最

終工程に至るころには膨大な数の欠陥が存在することになる。製品の歩留まりを上げるためには各工程毎に外観検査を行うことが理想的ではあるが、費用や手間を考えると現実的には難しい。そこで実際はいくつかのプロセスの後に絞って外観検査を施すわけであるが、さらに製造効率を上げるためには外観検査を製造プロセスの一環として取込むのが望ましく、そのため製造プロセスの流れに見合った外観検査速度を有する高精度の外観検査が要求される。

【0003】 一般に外観検査は、半導体ウェハ全体に対して行う画像処理部における欠陥検出処理と、半導体ウェハの製造プロセスで発生する欠陥の傾向を知るために、欠陥検出処理で検出された欠陥に対してその種類を自動的に分類するADC (AutoDefect Classification: 自動欠陥分類) システムにおける自動欠陥分類処理とで構成される。従来例では、半導体ウェハ全体に対する欠陥検出が完了した後に再度欠陥が存在していた位置の画像を捕らえるようにステージを移動させて欠陥部分の画像データをADCシステムに記憶すると共に、隣接するダイの正常な対応部分の画像データをADCシステムに記憶していた。

【0004】 図1は半導体ウェハの外観検査装置の従来例を示す図であり、図2は検査時の画像獲得位置の半導体ウェハ上の軌跡を示す図であり、図3及び図4は従来例における外観検査処理を示すフローチャートである。図1に示すように、従来例の外観検査装置は、ステージ11上に設置された試料台12に複数のダイ(チップ)が形成された半導体ウェハ13を載せる。ステージ11は、ステージ制御部20によって移動が制御される。光学顕微鏡14は、半導体ウェハ13の表面の画像を拡大して投影する。この従来例では、投影された画像を捕らえる撮像素子としてTDIセンサ15と2次元CCD17が選択できるようになっており、反射ミラー18が光路内に配置されている時には拡大された表面画像がTDIセンサ15に投影され、反射ミラー18が光路内から退避した時にはCCD17に画像が投影される。いずれの撮像素子を使用するかは用途に応じて選択される。ここでは、光学顕微鏡14とTDIセンサ15とCCD17と反射ミラー18とで構成される部分を画像取得部16と称することにする。CCD17は画像の取得のための走査を必要とせず、半導体ウェハ13などのアライメント調整などにも使用されるTDIセンサ15はラインセンサを多段に配列してそれらの信号をステージの走査と同期をとって合成することにより感度を向上させたものである。以下、画像取得部16がTDIセンサを有する例を説明するが、TDIセンサ15の代わりにラインセンサを使用してもよく、またCCD17はなくてもよい。

【0005】 TDIセンサ15により発生された画像信号は欠陥情報生成部26に送られる。欠陥情報生成部2

6は、一般に、信号処理回路21、バッファメモリ22、画像比較回路23、欠陥リスト記憶部24、欠陥サンプリング処理・制御部25を有する。取得された画像信号は信号処理回路21で順次多値化されて画像データとして出力され、隣接ダイ同士を比較するために画像データを一時記憶する比較用バッファメモリ22と、画像比較回路23とに送られる。

【0006】画像比較回路23では、信号処理回路21から送られてきた画像データと比較用バッファメモリ22に一度記憶されてから遅延して送られてくる画像データとを比較して欠陥検出を行う。従って、比較用バッファメモリ22の容量は、少なくとも1走査幅で1個のダイを走査した時に得られる画像データを記憶できるだけ必要である。この欠陥検出の方法としてはダブルディテクションによる方法が一般的である。ダブルディテクションによる欠陥検出の方法は、近接する2個以上のダイのパターンを比較し欠陥を検出する方法であり、以下に図2を参照して簡単に説明する。

【0007】ラインセンサ又はTDIセンサを使用する場合の欠陥検出時の走査は、図2に示すように行われる。半導体ウェハ100には複数のダイ(チップ)101が形成されており、所望の分解能を得るため各ダイを複数の帯状の領域102に分け、画像取得部16が半導体ウェハ100に対して軌跡103に沿って相対移動するようにステージ11を移動させながら、隣接するダイの間で対応する部分の画像データを比較する。例えば、比較用バッファメモリ22に記憶した第1ダイの画像データと第2ダイの画像データを1ピクセル以下の単位に算術的にアライメントし、対応するピクセル間でグレイレベルの比較をしていく。半導体ウェハ100上のダイはすべて同じパターンであるので、対応するピクセル間が予め設定された基準値を超えるグレイレベル差を持つ場合は、第1ダイあるいは第2ダイのいずれかに欠陥が存在するものと予想される。そこで、欠陥があると予想されるピクセル位置を記憶しておく。この1回の比較で欠陥の存在すると予想される部分を検出する処理を一般にシングルディテクションと呼んでいる。シングルディテクションの段階ではどちらのダイに欠陥が存在するかは分からない。

【0008】続いて、第3ダイの画像取込みが始まると、上記と同様な方法により第2ダイおよび第3ダイについても、対応するピクセル間でグレイレベルの比較が行われ、この対応するピクセル間が予め設定された基準値を超えるグレイレベル差を持つ場合は、第2ダイまたは第3ダイのいずれかに欠陥が存在すると予想されるので、そのピクセル位置を記憶する。2回の比較で欠陥部分が同じ位置である場合には、第2ダイのこの位置のピクセルに欠陥が存在すると判定する。このようにシングルディテクションを2回行い同じ位置のピクセルが欠陥であると予想される時、その位置に欠陥が存在すると判

定する方法をダブルディテクションと称する。

【0009】上述のようなダブルディテクションによる欠陥検出方法により欠陥が存在すると判定された位置が順次欠陥リスト記憶部24に記憶される。ウェハ上の全ダイに関して1走査幅のTDIセンサ15で1ダイ分の幅を走査した時に画像が取込まれる同一領域についての欠陥検出が終了すると、欠陥サンプリング処理・制御部25は、欠陥リスト記憶部24に記憶された欠陥情報からADCシステム31での自動欠陥分類処理を行うべき要解析部を選択する。このような選択を行うのは、自動欠陥分類処理に長い時間を要するためである。ADCシステム31での自動欠陥分類処理に使用する画像データは、TDIセンサ15の捕らえた画像のデータとCCD17の捕らえた画像のデータのいずれかを選択可能である。TDIセンサ15の捕らえた画像のデータをADCシステム31に取り込む場合には、要解析部を走査して一旦比較用バッファメモリ22に記憶し、要解析部の付近の画像データをADCシステム31の解析用メモリに転送する。転送する範囲は要解析部の大きさなどに応じて決定する。この時、隣接するダイの要解析部に対応する正常と判定された部分の画像データも一緒にADCシステム31の解析用メモリに記憶し、これと要解析部の画像データを比較して自動欠陥分類処理が行われる。CCD17の捕らえた画像のデータをADCシステム31に取り込む場合には、反射ミラー18を光路内から退避させ、画像取込み回路19を介して要解析部の画像データをADCシステム31の解析用メモリに記憶する。CCD17を使用する場合には走査は必要ない。解析用メモリの容量が比較用バッファメモリ22の容量と同等以上である場合には、複数のダイの要解析部の画像データ及び正常部の画像データが記憶できる。

【0010】ADCシステム31は要解析部および正常部の画像データから欠陥の種類を分類し、欠陥データを蓄積する。分類処理は、あらかじめ実欠陥を用いて作成しておいた情報データベースに対して、要解析部および正常部の画像の特徴を抽出し、参照することにより行われる。欠陥の分類の種類は、外観検査を行う製造プロセスにより異なるが、例えば、ウェハ上に異物微粒子が存在するという欠陥(パーティクル)、配線間の短絡(ショート)、配線切れ(オープン)、引っ掻き傷(スクラッチ)、メタルの配線などに見られる表面の起伏(グレイン)、レジストが残ってしまったことによる欠陥(残渣)、ウェハ上のパターンに配線用の穴が空いていないという欠陥(コンタクト未開口)などがある。

【0011】選択した要解析部に対して全ての欠陥分類が終了するまでこれを繰り返す。検査結果は一旦欠陥サンプリング処理・制御部25に送られた後、ディスプレイ41に表示される。表示は、欠陥分類処理中に順次表示するようにしてもよいし、欠陥分類処理完了後に改めて出力してもよい。また、欠陥の傾向を分析するために

欠陥の種類を統計的に処理したり、画像取得部の撮像の倍率を上げ、より正確に欠陥部の画像データを再度取得してもよい。

【0012】図3と図4は、従来例における半導体ウェハの外観検査装置のシステムにおける欠陥部の検出処理および自動欠陥分類処理のフローチャートを示す図である。ステップ201では、欠陥検出のための走査が開始される。ステップ202で画像獲得部16により画像データが取得され、ステップ203で画像比較回路23の画像比較により欠陥検出が行われ、ステップ204で欠陥があると判断されるとステップ205で欠陥位置が欠陥リスト記憶部24に記憶されてステップ206に進み、欠陥がない場合にはそのままステップ206に進む。ステップ206ですべてのダイについての欠陥検出が終了したかを判定し、すべてのダイについての欠陥検出が終了するまで上記の処理を繰り返す。

【0013】すべてのダイについての欠陥検出が終了すると、ステップ207で、欠陥サンプリング処理・制御部25が欠陥リスト記憶部24に記憶された欠陥位置の情報から欠陥の大きさなどに応じて要解析部を選択し、リストアップする。解析にCCD17の画像を使用する場合には、ステップ208でカメラを切り換える。ステップ209で欠陥サンプリング処理・制御部25が選択した要解析部の位置をリストから読み出し、ステップ210でステージを移動して要解析部及び隣接するダイの正常な対応部分の画像データを取得し（画像取込み回路19又は比較用バッファメモリ22）、ステップ212でこれらの画像データがADCシステム31の解析用メモリに送る。これに応じて、ADCシステム31は、ステップ251の解析用データを待つ状態から自動欠陥分類処理を行うステップ252に進み、分類結果を欠陥サンプリング処理・制御部25に送る。以上のステップ209から212及びステップ251と252をすべての要解析部の分類処理が終了するまで繰り返す。すべての分類処理が終了するとADCシステム31は停止し、欠陥サンプリング処理・制御部25はステップ214で要解析部の位置と分類結果とを表示して終了する。なお、ステップ209から212及びステップ251と252の処理において、ADCシステム31の解析用メモリの容量が十分であれば、ADCシステム31での分類処理の進行にかかわらず、要解析部及び隣接するダイの正常な対応部分の画像データを取得してADCシステム31に送る処理を順次行い、ADCシステム31は送られた画像データを解析用メモリに記憶すると共に並行して分類処理を行うようにする。

【0014】以上のように、従来の外観検査装置では、欠陥検出処理が終了した後、ステージを移動させて要解析部分及び正常部分の画像データを再度取込み、その画像データに対して欠陥分類処理を行っていた。そのため、処理時間は、走査を伴う欠陥検出処理の時間と、ス

テージの移動を伴う再度の解析用画像データの取得と分類処理に要する時間の合計である。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】従来の外観検査装置では、処理時間は欠陥検出処理の時間と解析用画像データの取得および分類処理に要する時間との合計であり、かなり長くなる。1枚の半導体ウェハの外観検査にかけられる時間は制限されており、一層の短縮が求められている。

【0016】例えば、高倍率で投影した画像をTDIセンサで捕らえる場合には、1枚の半導体ウェハの欠陥検出処理時間だけで30分から1時間を要するために、10分以下の時間で解析用画像データの取得と分類処理を行うことが要求される。そこで、これらの処理時間を低減するため、要解析部の個数を減らしており、十分な解析が行えないのが現状である。

【0017】本発明はこのような問題に鑑みてなれたもので、自動欠陥分類処理が効率よく行えるようにすることで、外観検査全体の処理時間を短縮して検査の生産性を向上させると共に短時間の間にも十分な欠陥解析が行える外観検査装置及び方法の実現を目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の外観検査装置及び方法においては、取得された画像データを一時的に記憶する解析用バッファメモリを設け、比較結果に応じて欠陥情報が生成されると直ちに要解析欠陥を選択し、要解析部の解析に必要な画像データを解析用バッファメモリから自動欠陥分類手段に転送するようにして、欠陥検出および分類処理の一部を並行して行う。

【0019】すなわち、本発明の外観検査装置は、複数のダイが形成された半導体ウェハを走査して各ダイの画像データを順次取得するための画像取得手段と、取得した画像データを他のダイの対応する部分の画像データと比較して欠陥検出を行い、順次欠陥情報を生成する欠陥情報生成手段と、検出された欠陥の少なくとも一部の欠陥部の画像データから欠陥の種類を自動的に分類する自動欠陥分類手段とを備える外観検査装置であって、欠陥情報生成手段は、取得された画像データを一時的に記憶する比較用バッファメモリと、画像データと比較用バッファメモリに記憶された画像データの対応部分とを比較して欠陥を検出する画像比較手段と、取得された画像データを一時的に記憶する解析用バッファメモリと、順次生成される欠陥情報に基づいて自動欠陥分類手段での自動分類処理を行う要解析部を選択し、要解析部の解析に必要な画像データを自動欠陥分類手段に転送するサンプリング処理・制御手段とを備え、サンプリング処理・制御手段は、欠陥情報が生成されると直ちに要解析部の選択と画像データの転送とを行い、自動欠陥分類手段は、転送された画像データに対して順次分類処理を行い、欠

陥情報生成手段での欠陥検出と自動欠陥分類手段での分類処理の一部が並行して行われることを特徴とする。

【0020】また、本発明の外観検査方法は、複数のダイが形成された半導体ウェハを走査して各ダイの画像データを順次取得するための画像取得ステップと、取得した画像データを他のダイの対応する部分と比較して欠陥検出を行い、順次欠陥情報を生成する欠陥情報生成ステップと、検出された欠陥の少なくとも一部の欠陥部の画像データから欠陥の種類を自動的に分類する自動欠陥分類ステップとを備える外観検査方法であって、欠陥情報生成ステップは、取得された画像データを比較用画像データとして一時的に記憶する比較用データ記憶ステップと、画像データと比較用画像データの対応部分とを比較して欠陥を検出する画像比較ステップと、取得された画像データを解析用画像データとして一時的に記憶する解析用データ記憶ステップと、順次生成される欠陥情報に基づいて自動欠陥分類ステップでの自動分類処理を行う要解析部を選択し、要解析部の解析に必要な画像データを自動欠陥分類メモリに転送するサンプリング処理・制御ステップとを備え、サンプリング処理・制御ステップでは、欠陥情報が生成されると直ちに要解析部の選択と画像データの転送を行い、自動欠陥分類ステップでは、転送された画像データに対して順次分類処理を行い、欠陥情報生成ステップでの欠陥検出と自動欠陥分類ステップでの分類処理の一部が並行して行われることを特徴とする。

【0021】本発明の外観検査装置および方法によれば、画像データを一時的に記憶する解析用バッファメモリが設けられ、記憶された画像データが要解析部の解析に必要な画像データであるかが判定され、必要であると判定されて自動欠陥分類手段のメモリに転送されるまでの間保持される。必要がないと判断された場合及び転送が終了した後は開放され、次の画像データが記憶される。従って、解析用バッファメモリの容量は比較的小さくてよい。この構成であれば、欠陥検出と自動欠陥分類処理の一部が並行して行えるので、全体の検査時間を長くせずに自動欠陥分類処理の時間を長くできるので、十分な解析が可能になる。また、再度要解析部の画像を取り込む必要もないので、その分検査時間を短縮できる。例えば、従来例で、欠陥検出に30分を要し、要解析部の画像の取込みと自動欠陥分類処理とに10分を要していたとすると、合計で40分の検査時間であるが、本発明によれば、同じ検査時間で自動欠陥分類処理のみを40分近い時間行うことが可能になるので、より詳細な解析が可能になる。

【0022】また、上記のように詳細な解析を行うために、画像比較部での比較処理の設定レベルを低くしてより多数の欠陥を検出することになるが、要解析部の選択も並行して行われるので、選択の終了した欠陥情報は順次消去されるので、欠陥リスト記憶部24の容量を増加

する必要はない。これまでは、自動欠陥分類処理の時間が十分でなかったために、重大な欠陥を中心に解析するので、画像比較処理は単に2つの画像データの差が設定レベルより大きいかどうかだけを判定していた。しかし、本発明では自動欠陥分類処理を精密に行うことが可能であるので、画像比較処理は、欠陥情報として、欠陥部の位置、欠陥部の大きさに関する情報、欠陥部のグレイレベル、および比較部分のグレイレベルの差なども出力できるようにする。要解析部の選択、すなわち自動欠陥分類処理を行う画像データの量は、時間内に自動欠陥分類処理が行える画像データ量に応じてダイナミックに調節される。例えば、検査開始からしばらくの間は欠陥の発生レベルが小さいが、途中で発生レベルが大きくなったとすると、最初の期間是要解析部の選択レベルを低くして小さな欠陥も要解析部として選択されるようにし、途中からは選択レベルを高くして小さな欠陥は要解析部として選択されないようにすれば、ADCシステムを効率よく動作させることができる。

【0023】解析用バッファメモリから自動欠陥分類処理手段へ転送される画像データは、自動欠陥分類処理に必要な要解析部付近の画像領域の画像データと隣接する正常ダイの対応部分の画像データであり、要解析欠陥の大きさに応じて転送する画像データの画像領域の大きさを変化させる。いずれにしても、転送される画像データは、解析用バッファメモリ記憶された画像データの一部であり、全体に比べて十分に小さなデータ量である。

【0024】解析用バッファメモリの容量は、要解析部を選択するまでに要する処理時間が関係し、例えば列内のダイが最大である列を1回走査した時の画像データを記憶できる容量を有すれば、制御が容易になる。更に、解析用バッファメモリの少なくとも一部から読み出した画像データが、画像比較手段に供給可能であるようにすれば、エッジダイについて途中でダブルディテクションを行うことができる。

【0025】更に、解析用バッファメモリから読み出した画像データを画像比較手段に供給可能にすれば、比較用バッファメモリとして解析用バッファメモリが使用でき、比較用バッファメモリを省略できる。解析用バッファメモリは、それぞれが1個のダイを1回走査した時の画像データ(1走査分のデータ)を記憶できる複数のバンクを有し、各バンクが並行して書き込み及び読み出しが可能であるように構成する。

【0026】従来例においては、画像データを一時的に記憶する比較用バッファメモリが設けられているが、ここに記憶された画像データは次のダイの画像データを取り込んで比較を行うと同時に次のダイの画像データが記憶されるので、要解析部であると判定された時には既に失われており、自動欠陥分類処理手段に転送して使用することはできなかった。

【0027】

【発明の実施の形態】図5は、本発明による外観検査装置の構成の実施例を示す図である。図示のように、図1に示した従来例と類似の構成を有し、画像データを一時的に記憶する解析用バッファメモリ52が設けられている。ステージ11、試料台12、半導体ウェハ13及びステージ制御部20は従来例と同じである。更に、光学顕微鏡14とTDIセンサ15も従来例と同じである。本実施例では、CCD17とそれに付随する反射ミラー18と画像取込回路19は半導体ウェハのアライメント及び欠陥観察のために設けられている。但し、本実施例ではADCシステム31で自動欠陥分類処理を行い対象となる画像データはTDIセンサ15と捕らえた画像が使用される。欠陥情報生成手段50は、信号処理回路21、比較用バッファメモリ22、画像比較回路51、解析用バッファメモリ52及びサンプリング処理・制御部53を有する。本実施例では、ADCシステム31とディスプレイ41を除く要素はクリーンルーム内に設けられ、ADCシステム31とディスプレイ41はクリーンルーム外に設けられ、欠陥情報生成手段50とADCシステム31との間は、高速でのデータ転送が可能な光ファイバなどによる通信ケーブルで接続されているが、全体が近接して設けられてもよい。以下、従来例と異なる点について説明する。

【0028】画像比較回路51は、画像データと比較用バッファメモリ21から出力される隣接するダイの画像データとを比較し、その差が設定値以上であるか判定する比較回路を有し、比較結果を欠陥情報として出力する。これは従来例と同様である。これに加えて、本実施例の画像比較回路51は、その時のグレイレベルと、グレイレベルの差を欠陥情報として出力する。画像比較回路51は、すべてハードウェアで構成される。

【0029】解析用バッファメモリ52については後述するが、少なくとも4個のバンク構成で、各バンクは比較用バッファメモリ21と同じ容量を有する。ここでは、検査する半導体ウェハ13上で、1列に配列されたダイの最大個数、例えば、図2に示す半導体ウェハを検査するのであれば、8個のバンクが設けられている。各バンクは独立に並行してデータの書込みと読み出しが行える。

【0030】サンプリング処理・制御部53は、画像比較回路51から出力される欠陥情報を用いて、自動欠陥分類処理を行う要解析部を選択し（サンプリングと称する。）、その部分の解析に必要な要解析部の付近の画像データと隣接するダイの要解析部に対応する正常と判定された部分の画像データも一緒にADCシステム31の解析用メモリに転送する。転送する範囲は要解析部の大きさなどに応じて決定する。サンプリング処理・制御部53は、独立したコンピュータで構成され、処理手段はソフトウェアで実現される。

【0031】サンプリング処理・制御部53は、欠陥情

報に基づいて欠陥の種類を判別し、サンプリングを行う。対象となる半導体ウェハによっても発生する欠陥の種類や頻度が異なるので、欠陥情報とADCシステム31の処理能力に応じてサンプリングの基準を変化させることが望ましい。例えば、欠陥の発生が少ない時にはサンプリングの基準を下げても小さな欠陥もサンプリングするようにし、欠陥の発生が多い時にはサンプリングの基準を挙げて小さな欠陥はサンプリングしないようにして、ADC31での処理が遅延するのを防止する。上記のように、欠陥位置以外の欠陥部のグレイレベルとグレイレベルの差も欠陥情報に含まれるので、このようなダイナミックなサンプリングが可能になる。

【0032】ADCシステム31は、解析用メモリに転送された画像データに基づいて、自動欠陥分類処理を行う。ADCシステム31も同様に独立したコンピュータで構成される。欠陥の分類の種類は、本発明の欠陥検査装置を適用する製造プロセスにより異なるが、例えば、前述のようなパーティクル、ショート、オープン、スクラッチ、グレイン、残渣、コンタクト未開口などがある。

【0033】サンプリング処理・制御部53は、画像比較回路51から欠陥情報が出力され始めると、順次サンプリングして要解析部の解析に必要な画像データを解析用バッファメモリ52からADCシステム31の解析用メモリに転送する。これを受けたADCシステム31は、直ちに欠陥分類処理を行う。従って、3個以上のダイの欠陥検出が行われた段階で順次ADCシステム31への画像データの転送と欠陥分類処理とが行われるので、欠陥検出と欠陥分類処理とが並行に行われることになる。

【0034】図6は、本実施例における欠陥検出および自動欠陥分類の処理を示すフローチャートである。ステップ301では、欠陥検出のための走査が開始される。ステップ302で画像獲得部16により画像データが取得され、ステップ303で画像比較回路51の画像比較により欠陥検出が行われ、欠陥がなければステップ308に進み、欠陥があればステップ305で欠陥情報が生成される。これに応じて、ステップ306で、サンプリング処理・制御部53は欠陥情報に基づいて要解析部であるか判定し（サンプリングし）、要解析部でなければステップ308に進み、要解析部であればステップ307で要解析部の解析に必要な画像データ（解析用データ）を解析用バッファメモリ52からADCシステム31の解析用メモリに転送する。転送はDMAなどの手法を使用して行われるので、コンピュータの処理能力が低下することはない。画像データの転送が終了すると、ステップ308に進み、すべてのダイについて欠陥検出、サンプリング及びデータ転送が終了したかを判断して、すべてのダイについての処理が終了するまで、すなわち、最後のダイまで走査が行われるまで、上記の処理を

繰り返す。本実施例では、ADCシステム31は十分な容量の解析用メモリを有しており、上記の処理はADCシステム31での処理に関係なく行う。更に、この処理と並行して、ADCシステム31から自動欠陥分類処理の結果が送られてくるので、それを受け取って記憶する。

【0035】ADCシステム31は、最初の解析用データが送られてくると、ステップ321の解析用データを待つ状態から自動欠陥分類処理を行うステップ322に進み、分類結果をサンプリング処理・制御部53に送り、すべての解析用データについての分類処理が終了するまで、この処理を繰り返す。ADCシステム31からサンプリング処理・制御部53に送られた欠陥の分類結果は、欠陥情報の欠陥位置や欠陥部の大きさと合わせてステップ309で順次又はすべての結果が揃った時点でディスプレイ41に表示される。なお、欠陥の傾向を分析するために欠陥の種類を統計的に処理してもよい。

【0036】上述のように、本実施例では、半導体ウェハの外観検査において、欠陥検出と自動欠陥分類を並行して行うので、自動欠陥分類の処理時間を長くできると共に、欠陥検出が終了してから短時間のうちに自動欠陥分類が終了する。また、製造プロセスによっては、外観検査において、特定の種類の欠陥のみを欠陥分類の対象にしたりあるいはしないように所望される場合も考えられる。本実施例では、このような場合においても、自動欠陥分類すべき欠陥の種類を特定して外観検査の作業効率を上げることが可能である。つまり、欠陥の種類によって色やサイズ、あるいは、欠陥部および正常部の明暗の差であるグレイレベル差等に特徴があることが多いことから、自動欠陥分類の対象となる欠陥の色あるいはグレイレベル差等を指定して読み出された欠陥部の画像データを判定し、自動欠陥分類の対象となる欠陥部の画像データを効率よく読み出してADCシステムへ送るべき欠陥部およびその隣接正常部のデータを制限することもできる。

【0037】例えば、欠陥がメタル配線間のショートであるような場合は、欠陥部は白くてグレイレベル差が大きく、欠陥がパーティクルであるような場合は、欠陥部は黒い。このような特徴からおおよその欠陥の種類を制御手段21'で判定し、欠陥がショートである場合はADCシステムへは送らないとか、逆に優先的に送るなどのことが可能である。

【0038】次に、本実施例における画像比較回路51、解析用バッファメモリ52、サンプリング処理・制御部53及びADCシステム31の間における画像データの記憶及び転送について図7を参照して詳しく説明する。図7に示すように、画像比較回路51は、画像データと比較用バッファメモリ22の出力する画像データとが設定レベル以上異なる時に欠陥を指示するデータを出力する比較回路54と、これら2つの画像データのグレイ

レベルの差を演算する差演算回路55とを有する。比較回路54の出力、比較用バッファメモリ22の出力する画像データ、及び差演算回路55の出力が、欠陥情報として出力され、比較回路54の出力が欠陥を指示するデータの時に、これらの欠陥情報がサンプリング処理・制御部53の欠陥情報リストメモリ56に記憶される。なお、図示していないが、画像データの位置を示すアドレス信号も欠陥情報リストメモリ56に入力され、同様に比較回路54の出力が欠陥を指示するデータの時に記憶される。サンプリング処理・制御部53は、欠陥情報リストメモリ56に記憶された欠陥情報から、欠陥が重大である可能性の高いパターンを選択し、欠陥分類処理を必要とする優先度を付ける。なお、欠陥の大きさについては、欠陥位置が複数近接しているグループを見つけ、その領域を判定する。

【0039】解析用バッファメモリ52は、例えば、バンク0～7の8個のバンク60から67で構成される。各バンクは比較用バッファメモリ22と同じ容量を有し、1走査分の画像データが記憶できる。解析用バッファメモリ52には画像データが供給され、選択したバンクに書き込まれて記憶される。また、選択したバンクから所望の領域の画像データを読み出して、サンプリング処理・制御部53のデータ転送部57を介してADCシステム31の解析処理用メモリ32に転送可能である。解析用バッファメモリ52は、例えば、マルチポートメモリで構成され、選択した任意のバンクへの書き込みと読み出しが並行に行えるようになっている。

【0040】図8は、各バンクに記憶される画像データの領域、すなわち1走査幅のTDIで1ダイ分の幅を走査したときに画像が取込まれる領域70と、サンプリングされて転送される部分の関係を示す図である。図示のように、大きな欠陥81の場合には大きな領域71の画像データが転送され、小さな欠陥82の場合には小さな領域72の画像データが転送される。しかし、いずれにしろ転送される領域は全体に比べれば小さな領域である。従って、ADCシステム31の解析処理用メモリ32は同時に複数のダイの要解析部の画像データを記憶するが、記憶容量はあまり大きくする必要はない。

【0041】図9は、比較用バッファメモリ22、画像比較回路51、サンプリング処理・制御部53及び解析用バッファメモリ52の各バンクにおいて記憶及び処理される画像データの流れを示すタイムチャートである。図では3個のバンクのみを示した。また、要解析部の画像データと共に転送される正常な部分の画像データの転送については示していないが、例えば、Bダイの要解析部の画像データを転送する時にCダイの対応部分の画像データも一緒に転送し、Cダイの要解析部の画像データを転送する時にDダイの対応部分の画像データも一緒に転送するといった具合に転送すればよい。

【0042】図示のように、各ダイの2回目の比較が開



始され、それに応じて欠陥情報が順次出力されるので、そのダイのサンプリング処理が開始される。そのダイの2回目の比較が終了し、そのダイに関する欠陥情報がすべて出力された後、ある時間内にサンプリング処理が終了してそのダイに関する要解析部が決定され、転送が行われる。この転送が終了すれば、そのダイの画像情報は必要なくなるので、そのダイの画像データを記憶したバンクには新しいダイの画像データが記憶できる。

【0043】ここで、バンク0がダイAの画像データを記憶してそのまま保持しているのは、最初のダイAは隣接するダイBとは1回比較されるシングルディテクションが行われるだけであり、2回目の比較が行われなためである。このダイAの2回目の比較が適当な時期、例えば、最上辺のダイの走査が終了した時点で行われるまで、バンク0にダイAの画像データを保持する必要がある。従って、図9のような形でサンプリング処理が行われるのであれば、4個のバンクが必要である。もし、サンプリング処理が非常に短い期間に行われ、ダイとダイの間の部分を移動する間にサンプリング処理が終了するのであれば、3個のバンクでよい。更に、最初のダイAについて上記のような比較を行わず、最後のダイのシングルディテクションが終了した後、再度ダイAを走査して最後のダイとの間で2回目の比較を行うのであれば、ダイAの画像データを保持する必要はなく、バンク数は1個少なくてもよい。

【0044】逆に、サンプリング処理時間がばらつき、1個のダイの1走査幅を走査する時間以上になる場合には、必要なバンク数は1個増加する。なお、本実施例のように、1列に配列されるダイの最大数に等しいバンク数を備えれば、制御が容易である。次に、最初のダイAの2回目の比較を途中で行うための構成について説明する。図10は、このための構成を示す図である。図示のように、画像比較回路51に入力するデータを、画像データとバンク0から読み出したデータとの間で切り換えられるようにスイッチ58を設ける。この場合のデータの流れを示すタイムチャートが図11である。図示のように、ダイBとダイCとの間の比較が終了した後、一旦走査を停止し、ダイAの画像データを記憶したバンク0の出力が画像比較回路51に入力するようにスイッチ58を切り換える。それと共に、比較用バッファメモリ22への画像データの書き込みは停止し、記憶されているダイCの画像データを読み出して画像比較回路51でダイAの2回目の比較を行う。この時、ダイCについても2回目の比較が行われるが、比較用バッファメモリ22に保持されたダイCの画像データは、次のダイDとの比較にも使用される。

【0045】最初のダイと同様の問題が最後のダイについても生じるが、この場合には最後から三番目のダイの画像データが解析用バッファメモリ52のいずれかのバンクに残っているので、これを利用して行えばよい。こ

れまでの説明から明らかなように、比較用バッファメモリ22および解析用バッファメモリ52の各バンクは同等のものである。そこで、比較用バッファメモリ22を省き、その代わりに解析用バッファメモリ52のバンクを使用して画像比較を行うことも可能である。図12はそのための構成を示し、図13はその場合の画像データの流れを示すタイムチャートである。

【0046】図12に示すように、画像比較回路51の一方の入力に、解析用バッファメモリ52の選択したバンクの画像データが入力可能になると共に、画像比較回路51の他方に入力するデータを、画像データと解析用バッファメモリ52の選択したバンクの画像データとのいずれかを選択できるようにスイッチ59を設ける。これにより、画像比較回路51で画像データと選択した任意のバンクの画像データとが比較できるので、比較用バッファメモリ22を省くことが可能になる。更に、最初のダイAの2回目の比較や、最後のダイの2回目の比較も再度画像データを取り込まずに行えるようになる。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、外観検査における自動欠陥分類処理が効率よく行えるようになるので、外観検査全体の処理時間を短縮して検査の生産性を向上させると共に短時間の間にも十分な欠陥解析が行えるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】半導体ウェハの外観検査装置の従来例を示す図である。

【図2】半導体ウェハの外観検査においてリニアセンサを使用した場合の走査軌跡を示す図である。

【図3】従来例の外観検査装置における欠陥検出処理を示すフローチャートである。

【図4】従来例の外観検査装置における自動欠陥分類処理を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施例の外観検査装置の構成を示す図である。

【図6】本発明の実施例における欠陥検出及び自動欠陥分類処理を示すフローチャートである。

【図7】本発明の実施例における画像データの記憶と処理に関する部分の構成の詳細を示す図である。

【図8】本発明の実施例で画像データがADCシステムに転送される領域と、1走査幅のTDIセンサで1ダイ分の幅を走査した時に画像が取込まれる領域との関係を示す図である。

【図9】本発明の実施例における各部での画像データの処理と保持の関係を示すタイムチャートである。

【図10】本発明の実施例において最初のダイの2回目の比較を途中で行うための構成を示す図である。

【図11】図10の構成における各部での画像データの処理と保持の関係を示すタイムチャートである。

【図12】比較用バッファメモリの代わりに解析用バッ

ファメモリのバンクを使用するための構成を示す図である。

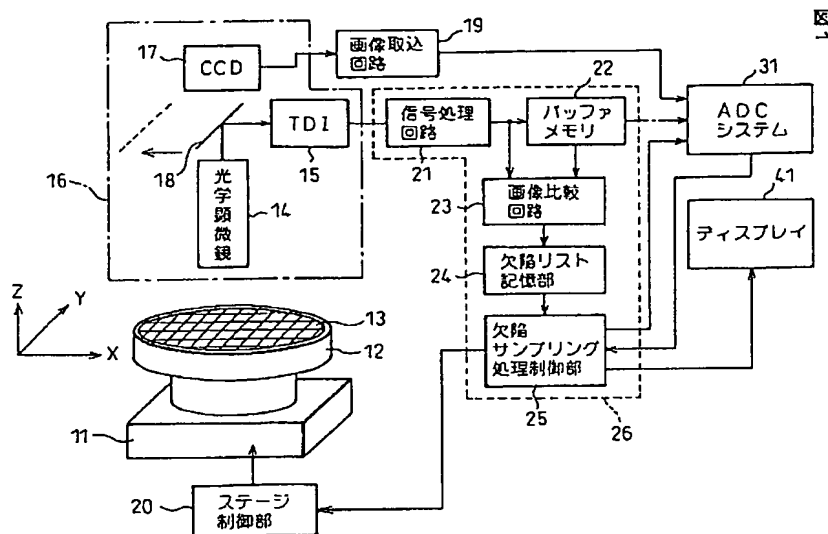
【図13】図12の構成における各部での画像データの処理と保持の関係を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

11…ステージ  
12…試料台  
13…半導体ウェハ  
14…光学式顕微鏡  
15…TDIカメラ

16…画像取得部  
21…信号処理回路  
22…比較用メモリバッファ  
31…ADCシステム  
41…ディスプレイ  
50…欠陥情報生成部画像比較部  
51…画像比較回路  
52…解析用バッファメモリ  
53…サンプリング処理部・制御部

【図1】



【図2】

【図12】

図2

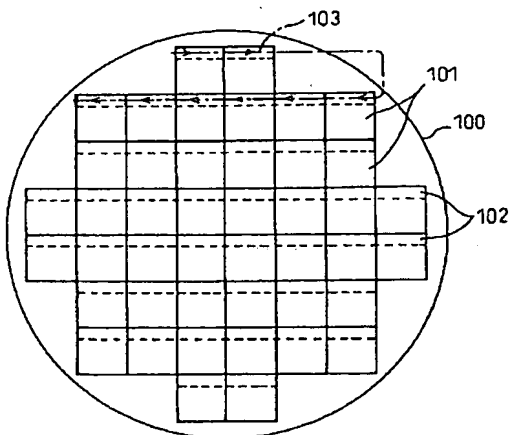
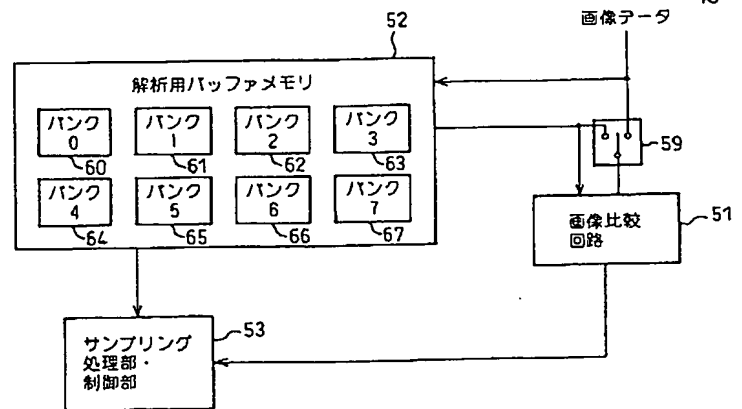
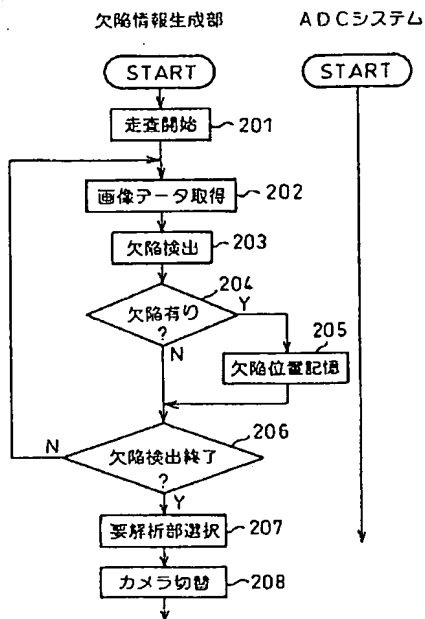


図12



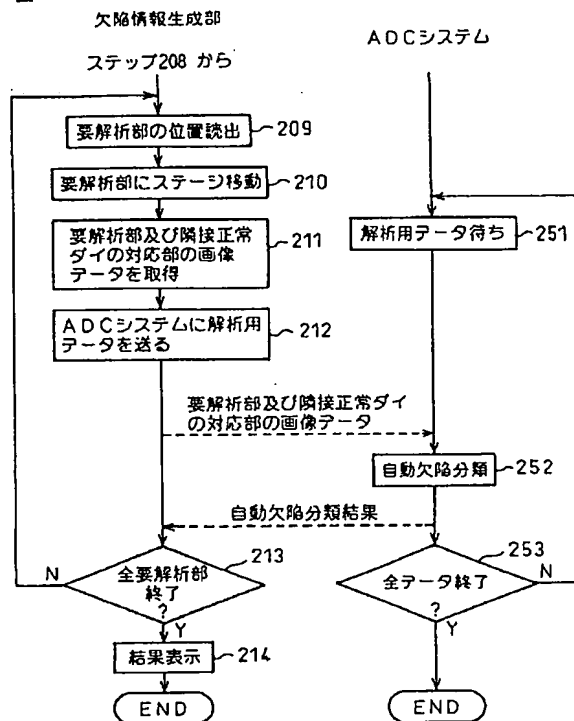
【図3】

図 3

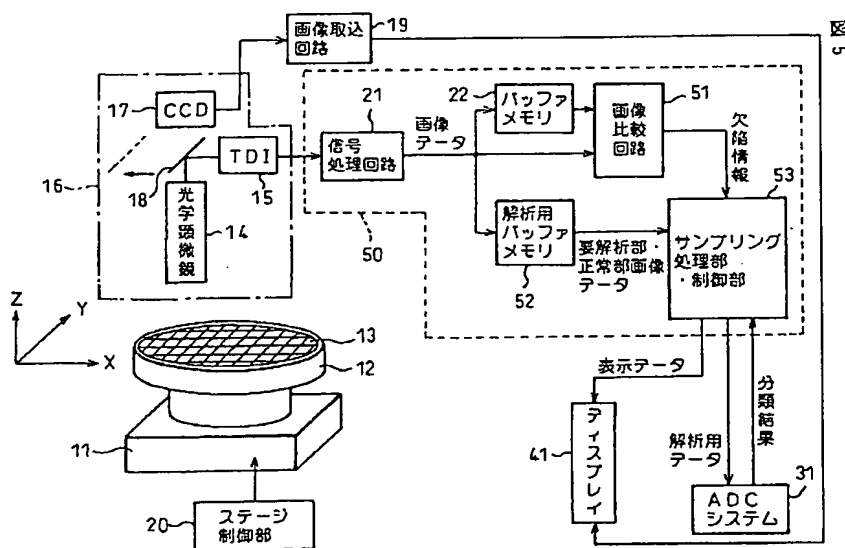


【図4】

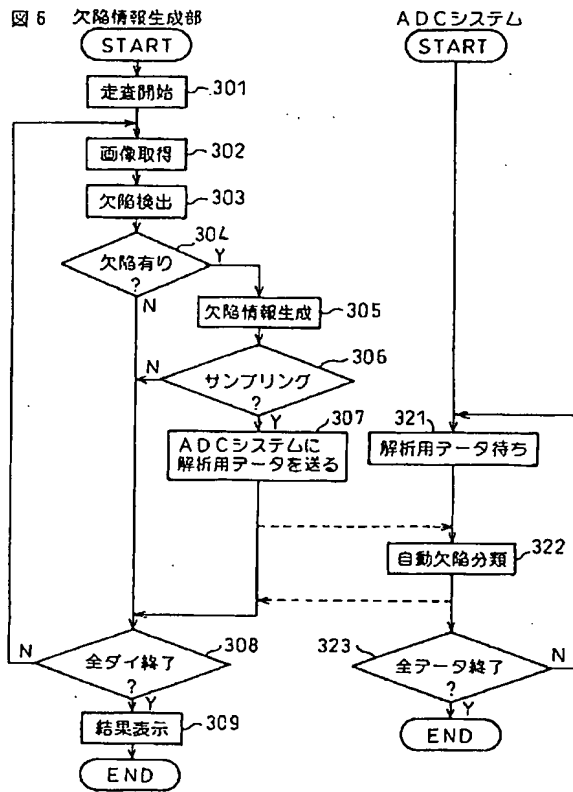
図 4



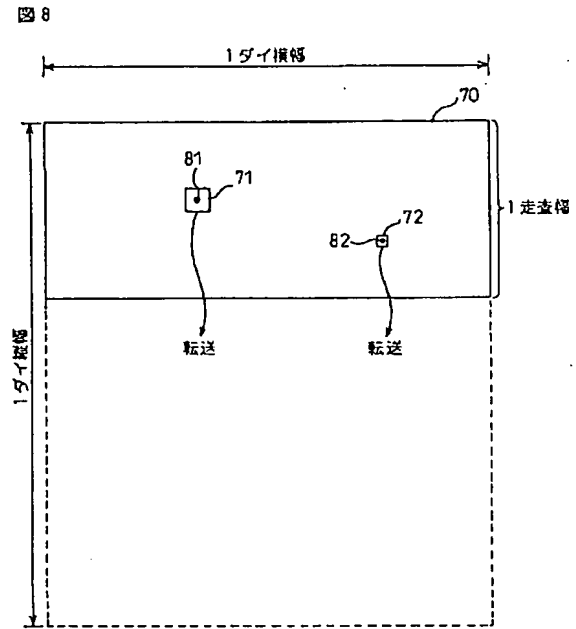
【図5】



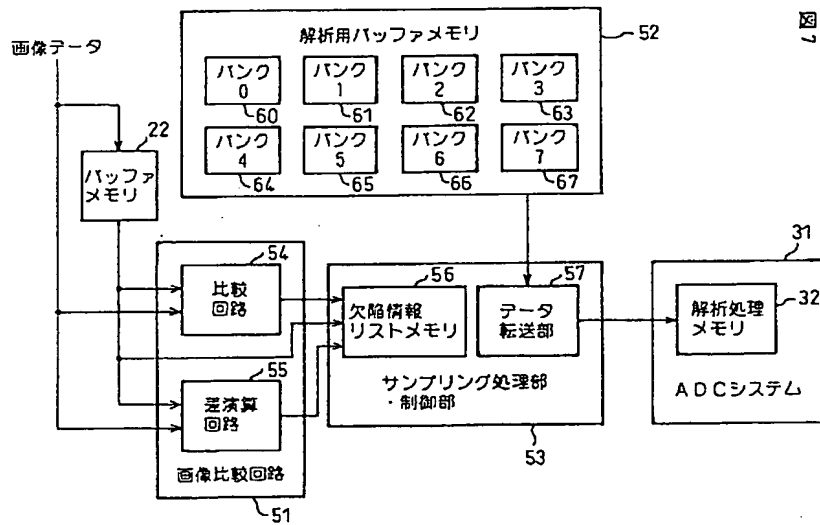
【図6】



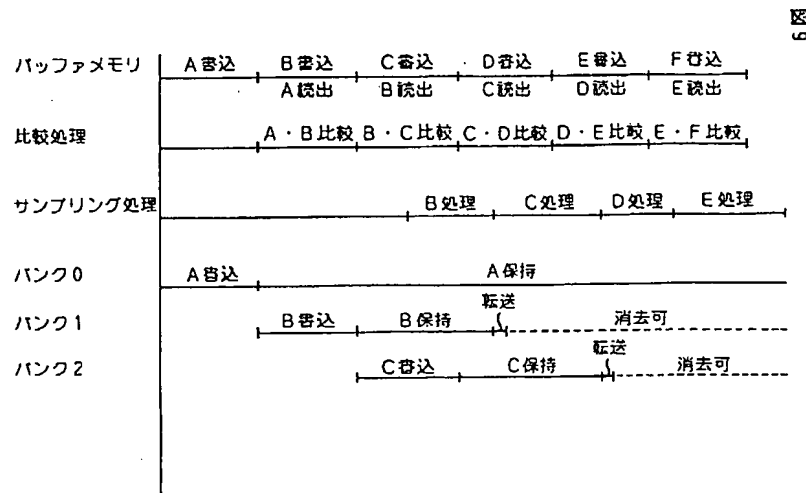
【図8】



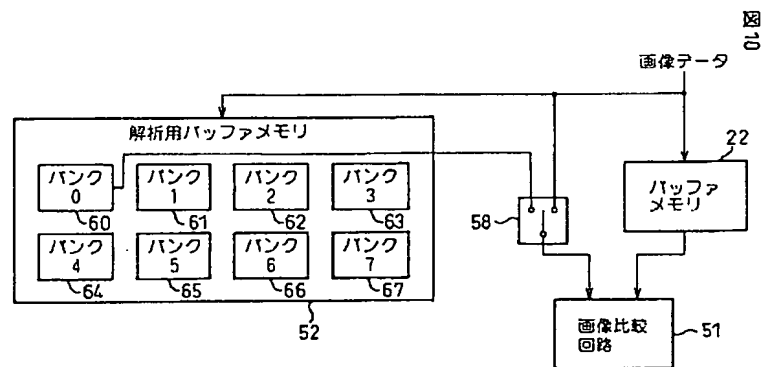
【図7】



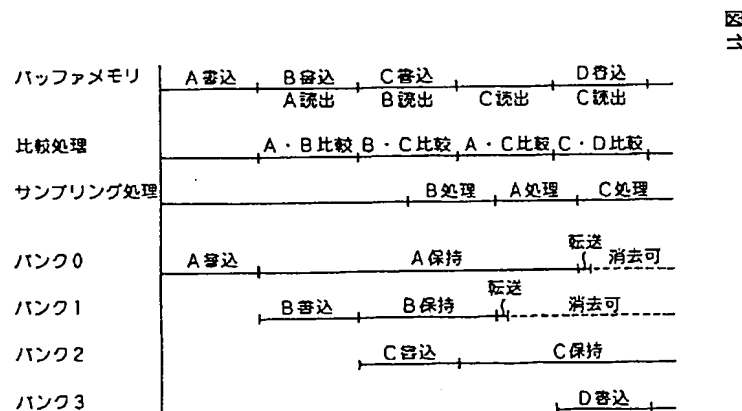
【図9】



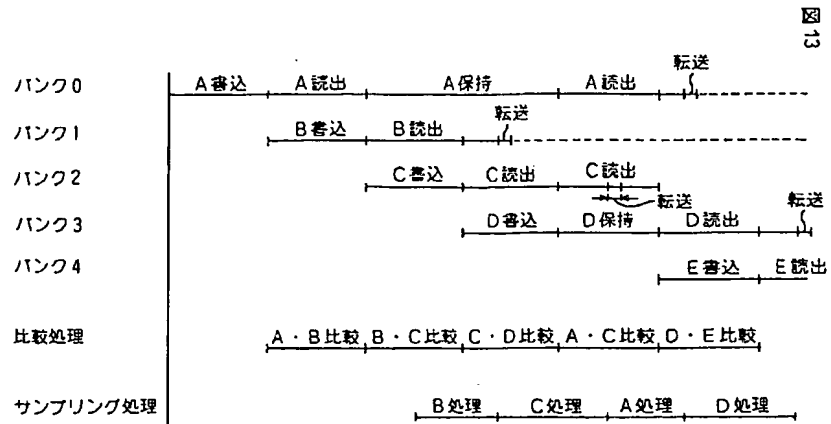
【図10】



【図11】



【 図 13 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2G051 AA56 AB07 AC21 CA03 CB05  
DA07 EA02 EA14 EA19 ED08  
ED11 FA01  
4M106 AA01 CA38 DB04 DB18 DB21  
DB30 DJ18 DJ20 DJ21 DJ26  
5B057 AA03 BA12 CH04 CH11 DA07  
DA12 DB02 DC22 DC32